

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

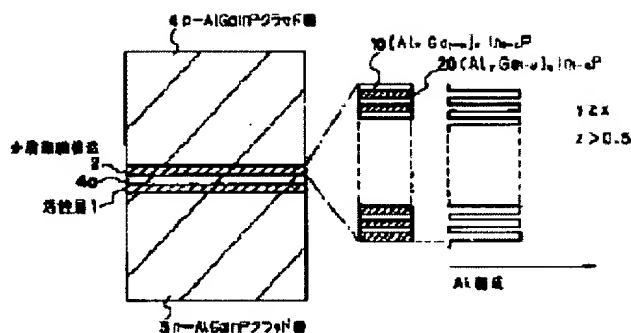
# AlGaInP SEMICONDUCTOR LASER ELEMENT

**Patent number:** JP6237038  
**Publication date:** 1994-08-23  
**Inventor:** KOBAYASHI KENICHI  
**Applicant:** NEC CORP  
**Classification:**  
 - International: H01S3/18  
 - european:  
**Application number:** JP19930020245 19930208  
**Priority number(s):**

## Abstract of JP6237038

**PURPOSE:** To inhibit the increase of an oscillation threshold at a time when an AlGaInP semiconductor laser is operated at a high temperature at a small value.

**CONSTITUTION:** AlGaInP multilayer thin-film structure 2 is arranged at a position adjacent to an active layer 1 in a p-AlGaInP clad layer 4. Tensile strain is introduced to a layer having a small Al composition in the AlGaInP layers constituting the multilayer thin-film structure 2, the layer having the small Al composition is given a function as a Zn diffusion inhibiting layer to the active layer 1, the characteristic-deterioration generating upper-limit concentration of Zn acceptor concentration in the P clad layer 4 is increased, acceptor concentration close to the upper limit of said concentration is augmented, a carrier overflow is suppressed, and the rise of a threshold at the time of operation at a high temperature is blocked.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-237038

(43)公開日 平成6年(1994)8月23日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H01S 3/18

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平5-20245

(22)出願日 平成5年(1993)2月8日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 小林 健一

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株

式会社内

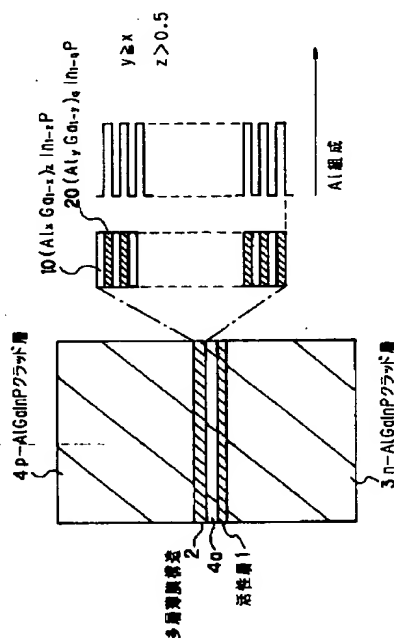
(74)代理人 弁理士 本庄 伸介

(54)【発明の名称】 AlGaInP半導体レーザ素子

(57)【要約】

【目的】AlGaInP半導体レーザを高温動作させたときの発振しきい値の上昇を少なく押えることを目的とする。

【構成】p-AlGaInPクラッド層4中であって、活性層1に隣接する位置に、AlGaInP多層薄膜構造2を配置する。この多層薄膜構造2を構成しているAlGaInP層のうちAl組成の小さい層に引っ張り歪を導入し、活性層1へのZn拡散抑制層としての機能を持たせ、Pクラッド層4中のZnアクセプタ濃度の特性悪化発生上限濃度を高め、その上限近くアクセプタ濃度を高め、キャリアオーバーフローを抑制し、高温動作時のしきい値上昇を押える。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 Al組成を異にする $(Al_xGa_{1-x})_zIn_{1-z}$  P層と $(Al_yGa_{1-y})_qIn_{1-q}$  P層 $(y \geq x)$ とが交互に積層された多層薄膜構造を、活性層を両側より挟み込むクラッド層のうちp型の導電型を有するAlGaInPクラッド層中に前記活性層に隣接して有し、前記多層薄膜構造をなす2つのAlGaInP層のうちAl組成の小さい $(Al_xGa_{1-x})_zIn_{1-z}$  P層に引張り歪が加わる値に前記 $(Al_xGa_{1-x})_zIn_{1-z}$  P層における $Al_xGa_{1-x}$ の組成比 $z$ が選ばれていることを特徴とするAlGaInP半導体レーザ素子。

【請求項2】 前記活性層をクラッド層で挟み込んだ半導体積層構造がGaAs基板上に結晶成長により形成されており、前記組成比 $z$ が0.5以上であることを特徴とする請求項1に記載のAlGaInP半導体レーザ素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はバーコードリーダー、光ディスク等の情報処理機器用の光源に用いられているAlGaInP半導体レーザに関し、特にその半導体の積層構造に関する。

【0002】

【従来の技術】現在AlGaInP半導体レーザにおいては高温動作特性の改善が強く望まれている。その改善のために2つの方法がとられている。その1つは活性層に隣接して多層薄膜構造を導入し電子波を反射させ高温動作時においても活性層からのオーバーフロー電流を抑制する方法(特開昭63-46788)である。もう1つはpクラッド層中のpキャリア濃度を高めフェルミ準位を上げ実行的に活性層とクラッド層の障壁高さを大きくする手法である(ジャーナル オブ クオantumエレクトロニクス ポリウム27ページ1476~1482)。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の技術の欄で述べた後者のpクラッド層中のpキャリア濃度を高める手法は非常に簡単な手法である。ところが、実際にはキャリア濃度を高めるためにpクラッド層中のp型不純物であるZnを多量に導入すると、図2に概念的に示すように導入されたZnが活性層1に拡散し、非発光センター等を形成し、キャリア寿命を短くし、しきい値電流等の上昇をもたらす。Zn拡散の抑制という観点から逆にZnのドーピング量のある程度に押える必要があり、ある濃度( $\sim 5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ )以上に高くすることができない。また、従来の技術の欄で述べた前者の手法(多層薄膜構造を活性層に隣接して設ける手法)では、層厚と各層の組成とを極めて厳密な関係に選定する必要があり、

2

製作には原子レベルの制御が求められ、実用上は問題が多い。そこで、本発明の目的は、従来技術で述べた前者の手法に新たな機能をもたせ、後者の課題を解決することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明のAlGaInP半導体素子は、p型の導電型を有するクラッド層中にAl組成の異なるAlGaInP層が交互に積層された多層薄膜構造を活性層に隣接して配置するとともに、多層薄膜構造を形成するAlGaInP層のうち少なくともAl組成が小さい層に引張り歪が加わるようにしたことを特徴とする。その構成を図1を用いて説明する。活性層1がAlGaInPクラッド層3、4に挟み込まれたDH構造を有する。活性層1は多層半導体薄膜であるいわゆるMQWか、又は単層のバルク半導体層のいずれであってもよい。p-AlGaInPクラッド層4中に活性層1に隣接させ多層薄膜構造2を配置する。多層薄膜構造2は、 $(Al_xGa_{1-x})_zIn_{1-z}$  P層と $(Al_yGa_{1-y})_qIn_{1-q}$  P層とでなり、Al組成の異なる層を交互に積層したものである。 $y \geq x$ としてあり、Al組成の小さい層である $(Al_xGa_{1-x})_zIn_{1-z}$  P層には引張り歪が加わるように、 $(Al_xGa_{1-x})_zIn_{1-z}$  P層における $Al_xGa_{1-x}$ の組成 $z$ が選定してある。DH構造を結晶成長させる基板がGaAsであれば $z > 0.5$ のときに $(Al_xGa_{1-x})_zIn_{1-z}$  P層に引張り歪が加わる。他方、 $q$ は0.5より大きくても小さくてもよい。

【0005】

【作用】GaInP中のZnの拡散定数はGa固相量が大きい程小さくなることが知られている。例えば850℃で $Ga_{0.4}In_{0.6}P$ での拡散定数は $1.3 \times 10^{-9} \text{ cm}^2/\text{sec}$ であり、固相Ga量を増やした $Ga_{0.6}In_{0.4}P$ では $0.8 \times 10^{-9} \text{ cm}^2/\text{sec}$ であり拡散定数は小さくなる。また歪を内在させた多層AlGaInP層の界面はZnをトラップする傾向を示す。この2つの効果により、p-AlGaInPクラッド層4中に多層薄膜構造2を導入した本発明の構造は活性層1へのZnの拡散を抑える機能を有する。それゆえp-AlGaInPクラッド層4中のZn原子濃度をさらに高めることができ、それはアクセプタ濃度を高めることになり、キャリアオーバーフローを抑制することになる。ここで本発明と従来の超格子構造体(多重電子障壁)(特開昭63-46788)との違いを効果の面から再度明らかにしておく。従来の超格子構造体は、本発明における多重薄膜構造に似た構造ではあるが、各層の厚さ及び真空準位を入射する電子波を反射するように決めなければならない。そこで、従来の超格子構造体では層厚に対する組成の関係が厳密に選定されなければならない。本発明の構造には層厚の制限はなく、従来の超格子構造体にさらに付加できる発明となっている。逆に言えば本発

明における多層薄膜構造は、Zn拡散抑制層として機能させるために設けたものであり、電子波との位相条件の考慮を必要とするものではなく、位相条件がずれている場合においても効果を発揮する。

【0006】

【実施例】以下に本発明の実施例を挙げ、本発明を一層具体的に説明する。本発明を具体的に実施した構造の断面模式図を図3に示す。この構造は有機金属分解気相成長法(MOVPE法)により結晶を積層し作成した。まず、n型のGaAs基板9上にn型のGaAsバッファ層8を0.5 $\mu$ m積層後、厚さ0.9 $\mu$ mのn型のAlGaInPクラッド層3、アンドープGaInP/AlGaInPMQW構造でなる活性層1、活性層1より10nm厚の(Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P層4aを介して、GaInP/AlGaInPでなる多層薄膜構造2、厚さ0.9 $\mu$ mのp型(Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pクラッド層4、厚さ0.3 $\mu$ mのGa<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pでなるバッファ層6を順次に積層した。活性層1は厚さ6nmのGa<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pをウェル、厚さ4nmの(Al<sub>0.1</sub>In<sub>0.9</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pをバリアとするウェル数4のMQWである。また多層薄膜構造2は、厚さ10ÅのGa<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pと厚さ20Åの(Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pとを交互に10層積層したものである。10nm厚の(Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P層4aは、成長時にはn型又はp型のいずれであっても、アンドープであっても差し支えなく、使用時にp型のクラッド層4からp型不純物が拡散しp型となる。このウェルに、ストライプ状にパターン化されたSiO<sub>2</sub>膜のマスキをして、GaInPバッファ層6とP-AlGaInPクラッド層4とを部分的にエッチングし、メサ構造を形成し、その後n型のGaAsでなる電流ブロック層5をメサの左右に積層した。さらにSiO<sub>2</sub>膜を除去後に表面全体をGaAsキャップ層7で覆い図3の構造を作成した。p側及びn側の表面それぞれに電極を形成し、へキ開によりレーザ素子を切り出して素子を完成させた。

【0007】

\*【発明の効果】効果を明らかにするために多層薄膜構造2のある素子とない素子とをpクラッド層へのドーピング量を変えながら作成した。pクラッド層のキャリア濃度が $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ のときは発振しきい値にはともに高く両者には差がなかった。キャリア濃度が $4 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ のときは両者の発振しきい値はともに減少し差も見られない。発振しきい値の特性温度は30~40kでここにも大きな差は見られない。さらにキャリア濃度を $8 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ に増加させた素子では大きな差が現われた。多層薄膜構造2のない素子は $4 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ で低下したしきい値が再び大きく上昇した。一方、多層薄膜構造2を導入している素子ではしきい値には $4 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ のときに比べ変化はなく、その特性温度は60kに上昇した。これはまさに図2で示したZn拡散を多層薄膜構造2が抑制し、pクラッド層キャリア濃度を高く維持している本発明の効果によるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の半導体レーザ素子における活性層及びこれを挟むクラッド層の構造を示す概略図。

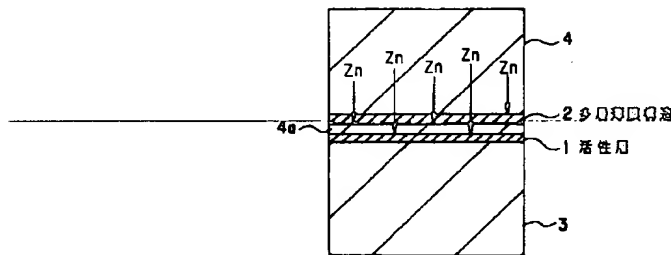
【図2】クラッド層4中のZnが活性層1へ拡散の様子を示す概念図。

【図3】本発明の構造を導入し実施したAlGaInP半導体レーザの模式的断面図。

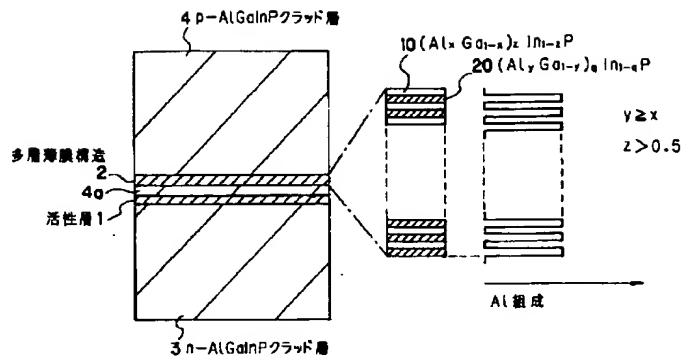
【符号の説明】

- 1 活性層
- 2 多層薄膜構造
- 3 n-AlGaInPクラッド層
- 4 p-AlGaInPクラッド層
- 5 電流ブロック層
- 6 GaInPバッファ層
- 7 GaAsキャップ層
- 8 GaAsバッファ層
- 9 GaAs基板
- 10 多層薄膜構造を構成する低Al組成AlGaInP層
- 11 多層薄膜構造を構成する高Al組成AlGaInP層

【図2】



【図1】



【図3】

